

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-050576  
 (43)Date of publication of application : 15.02.2002

(51)Int.CI. H01L 21/20  
 H01L 29/786  
 H01L 21/336

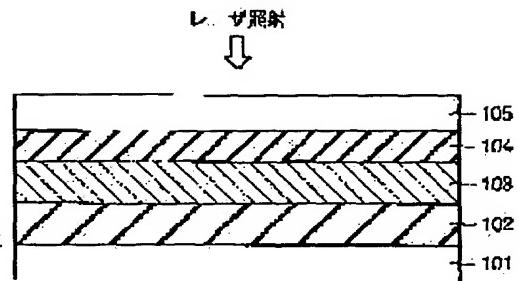
(21)Application number : 2000-235349 (71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD  
 (22)Date of filing : 03.08.2000 (72)Inventor : SOTANI NAOYA

## (54) METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method of manufacturing a semiconductor device which can form a proper crystallized film with high yield and reduce the stress exerted on an amorphous film during temperature rise in a crystallizing process.

**SOLUTION:** The manufacturing method comprises a step of forming, on a glass substrate 101 an absorptive film 103 containing an ultra-elastic material elastically deformable over several percents; a step of forming an amorphous silicon film 105 on the glass substrate 101; and a step of irradiating the absorptive film 103 with electromagnetic waves to heat this film 103 and to crystallize the silicon film 105, utilizing the heat thereof.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-50576

(P2002-50576A)

(43)公開日 平成14年2月15日(2002.2.15)

(51)Int.Cl.  
H 01 L 21/20  
29/786  
21/336

識別記号

F I  
H 01 L 21/20  
29/78

テ-マコ-ト(参考)  
5 F 0 5 2  
6 2 6 C 5 F 1 1 0  
6 2 7 G

審査請求 未請求 請求項の数5 O.L (全8頁)

(21)出願番号 特願2000-235349(P2000-235349)

(22)出願日 平成12年8月3日(2000.8.3)

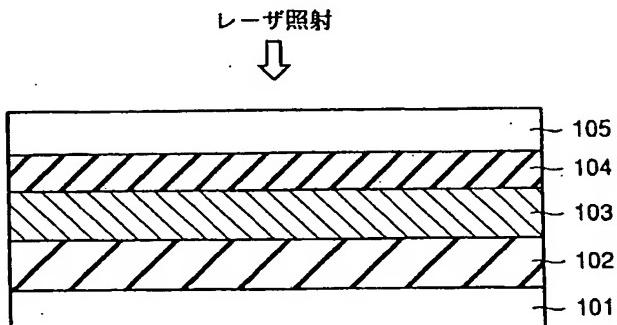
(71)出願人 000001889  
三洋電機株式会社  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号  
(72)発明者 曾谷直哉  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内  
(74)代理人 100104433  
弁理士 宮園博一  
Fターム(参考) 5F052 AA02 AA22 AA24 BB01 BB02  
BB05 BB06 CA01 CA04 CA07  
CA10 DA02 EA12 EA13 JA01  
5F110 BB01 CC02 DD02 DD13 GG02  
GG13 GG25 HJ13 HM15 PP01  
PP02 PP03 PP11 QQ11

(54)【発明の名称】 半導体装置の製造方法

(57)【要約】

【課題】良質な結晶化膜を歩留まりよく形成することができるとともに、結晶化工程における昇降温時に非晶質膜に作用する応力を低減することが可能な半導体装置の製造方法を提供する。

【解決手段】ガラス基板101上に、数%以上の弾性変形が可能な超弾性材料を含む吸収膜103を形成する工程と、ガラス基板101上に非晶質シリコン膜105を形成する工程と、吸収膜103に電磁波を照射することにより吸収膜103を発熱させ、その熱を利用して非晶質シリコン膜105を結晶化する工程とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に非晶質膜を形成する工程と、前記基板上に、超弾性材料を含む吸収膜を形成する工程と、前記吸収膜に電磁波を照射することにより前記吸収膜を発熱させ、その熱を利用して前記非晶質膜を結晶化する工程とを備えた、半導体装置の製造方法。

【請求項2】 基板上に非晶質膜を形成する工程と、前記基板上に、超塑性材料を含む吸収膜を形成する工程と、前記吸収膜に電磁波を照射することにより前記吸収膜を発熱させ、その熱を利用して前記非晶質膜を結晶化する工程とを備えた、半導体装置の製造方法。

【請求項3】 基板上に非晶質膜を形成する工程と、前記基板上に、常温から結晶化温度までの熱膨張量が前記非晶質膜の熱膨張量とほぼ同等である低熱膨張材料を含む吸収膜を形成する工程と、前記吸収膜に電磁波を照射することにより前記吸収膜を発熱させ、その熱を利用して前記非晶質膜を結晶化する工程とを備えた、半導体装置の製造方法。

【請求項4】 基板上に非晶質膜を形成する工程と、前記基板上に、前記非晶質膜との間に層間膜を介して吸収膜を形成する工程と、前記吸収膜に電磁波を照射することにより前記吸収膜を発熱させ、その熱を利用して前記非晶質膜を結晶化する工程とを備え、前記層間膜と前記吸収膜との合成熱膨張量は、前記非晶質膜の熱膨張量と同程度である、半導体装置の製造方法。

【請求項5】 前記電磁波は、ランプ光、高周波、マイクロ波および連続発振型レーザー光からなるグループより選択された1つを含む、請求項1～4のいずれか1項に記載の半導体装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体装置の製造方法に関し、特に、薄膜トランジスタなどの半導体装置の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、液晶表示装置の画素駆動用トランジスタとして、多結晶シリコン膜を能動層として用いた薄膜トランジスタ（以下、多結晶シリコンTFT）が採用されている。このような液晶表示装置では、低コスト化、高性能化および軽量コンパクト化のために、多結晶シリコンTFTの高性能化が要求されている。多結晶シリコンTFTの高性能化には、基板上の多結晶シリコン膜をできるだけ単結晶に近づける必要がある。

【0003】そして、従来では、非晶質シリコン膜を電気炉で加熱することによって、固相成長法により比較的大きな結晶粒径の多結晶シリコン膜を得る方法が実用化

されている。固相成長法により大きな結晶粒径の多結晶シリコン膜を得るためにには、最初の非晶質シリコン膜中に結晶核及びエンブリオ（結晶核のもと）等が少ないと、核発生が起こりにくいこと、および、結晶が成長できる温度で熱処理を行うことなどが必要である。

【0004】従来の固層成長法では、結晶核及びエンブリオ等が少ない非晶質度の高い非晶質膜を形成するために、最初の非晶質シリコン膜をSi<sub>x</sub>H<sub>y</sub>を用いて成膜している。また、固相成長の熱処理温度は600℃前後で行われ、さらに、その後、結晶欠陥を除去するため、1000℃、30分程度の熱処理が行われる。固層成長法は、このように高温で長時間の熱処理が行われるため、高温プロセスと呼ばれており、耐熱性の高い基板（たとえば、石英基板）が用いられる。

【0005】このような従来の固層成長法により得られる多結晶シリコン膜の結晶粒径は、0.5μm程度であり、それより大きい結晶を形成するのは困難であった。

【0006】そこで、近年、エキシマレーザーアニール（ELA）法を用いて、より大きな結晶粒径を得る技術が開発されている。このELA法は、基板への熱影響を回避するために、数100nmのパルス発振により短時間で結晶化を行う方法であり、安価なガラス基板を用いる低温プロセスでの結晶化方法の主流の技術である。また、ELA法では、200nm前後の短波長のレーザー光を用いるため、非晶質シリコンや多結晶シリコンへの吸収率が高い。これにより、短時間でシリコン膜を高温に加熱することができる。

【0007】このようなELA法の一例として、特開平6-140323号公報に開示されるようなエキシマレーザー光の干渉を用いたものが提案されている。この方法では、エキシマレーザー照射源と被照射膜との間に2つのスリットを設け、そのスリットを抜けた光を干渉させることにより、被照射膜上での照射強度に強弱を発生させる。この照射強度の強弱は、加熱される被照射膜の温度に反映されるので、高温領域からの結晶成長が優先されて起こる。これにより、大きな結晶粒の多結晶シリコン膜が得られる。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記した従来のエキシマレーザーアニール（ELA）法では、加熱する半導体膜の膜厚や膜質により吸収率が大きく影響されるとともに、パルス発振の不安定さに起因してビーム強度がばらつくので、加熱を均一に行うことが困難であった。このため、素子特性がばらついて歩留まりが低下するという問題点があった。

【0009】また、従来のELA法では、装置コストや稼働コストが高いという不都合もあった。さらに、従来のELA法では、パルス発振であるため、レーザー光線の高速走査を行うことが困難である。このため、スヌーピット（生産性）が低いという問題点もあった。

【0010】この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の一つの目的は、巨大な結晶粒または単結晶を歩留まりを低下させることなく形成することが可能な半導体装置の製造方法を提供することである。

【0011】この発明のもう一つの目的は、巨大な結晶粒または単結晶を低コストおよび高スループットで形成することが可能な半導体装置の製造方法を提供することである。

【0012】この発明のさらにもう一つの目的は、結晶化工程における昇降温時に非晶質膜に作用する応力を低減することが可能な半導体装置の製造方法を提供することである。 10

### 【0013】

【課題を解決するための手段】請求項1による半導体装置の製造方法は、基板上に非晶質膜を形成する工程と、

基板上に、超弾性材料を含む吸収膜を形成する工程と、吸収膜に電磁波を照射することにより吸収膜を発熱させ、その熱を利用して非晶質膜を結晶化する工程とを備えている。ここで、超弾性材料とは、数%以上の弾性変形が可能である材料を意味する。 20

【0014】請求項1では、上記のように、電磁波が照射された吸収膜からの熱を利用して結晶化を行うことによって、結晶化がバラツクことなく均一に行われる。その結果、良質な結晶化膜を歩留まりよく形成することが可能となる。また、数%以上の弾性変形が可能である超弾性材料を含むように吸収膜を形成することによって、昇温して結晶化を行う際に吸収膜に加わる応力を小さくすることができるとともに、降温して常温に戻した時に吸収膜に加わる残留応力を小さくすることができます。このように、結晶化工程における昇降温時に、吸収膜に加わる応力を小さくすることができるので、結晶化工程における昇降温時に、吸収膜の応力が非晶質膜に及ぶのを有効に低減することができる。それにより、非晶質膜の結晶化の際の昇温時に、応力に起因して結晶核が発生するのを防止することができるとともに、降温時に残留応力に起因して結晶化膜の膜剥がれなどが発生するのを防止することができる。その結果、結晶化を安定して行うことができるとともに、降温して常温に戻した後のプロセスおよび使用時における素子特性への悪影響を防止することができる。 40

【0015】請求項2による半導体装置の製造方法は、基板上に非晶質膜を形成する工程と、基板上に、超塑性材料を含む吸収膜を形成する工程と、吸収膜に電磁波を照射することにより吸収膜を発熱させ、その熱を利用して非晶質膜を結晶化する工程とを備えている。ここで、超塑性材料とは、比較的低応力の条件下で数100%以上の伸び（塑性変形）が可能である材料を意味する。

【0016】請求項2では、低応力化で塑性変形が安定して発生する超塑性材料を含むように吸収膜を形成する 50

ことによって、結晶化工程における昇降温時に容易に吸収膜が塑性変形する。これにより、結晶化工程における昇降温時の応力および残留応力を低減することができる。それにより、吸収膜の応力の影響が非晶質膜に及ぶのを有効に低減することができる。その結果、結晶化を安定して行うことができるとともに、降温して常温に戻した後のプロセスおよび使用時における素子特性への悪影響を防止することができる。また、電磁波が照射された吸収膜からの熱を利用して結晶化を行うことによって、結晶化がバラツクことなく均一に行われる。その結果、良質な結晶化膜を歩留まりよく形成することが可能となる。

【0017】請求項3による半導体装置の製造方法は、基板上に非晶質膜を形成する工程と、基板上に、常温から結晶化温度までの熱膨張量が非晶質膜の熱膨張量とほぼ同等である低熱膨張材料を含む吸収膜を形成する工程と、吸収膜に電磁波を照射することにより吸収膜を発熱させ、その熱を利用して非晶質膜を結晶化する工程とを備えている。なお、本発明の低熱膨張材料としては、たとえば、Ni、CoおよびFeのうち少なくとも2つを含む合金材料が考えられる。具体的には、インバー（36Ni-Fe）やコバルト（29Ni-18Co-Fe）などである。 20

【0018】請求項3では、上記のように、常温から結晶化温度までの熱膨張量が非晶質膜の熱膨張量とほぼ同等である低熱膨張材料を含む吸収膜を形成することによって、昇温して結晶化を行う際に非晶質膜と吸収膜との間に発生する熱応力を小さくすることができる。その結果、結晶化を安定して行うことができる。また、電磁波が照射された吸収膜からの熱を利用して結晶化を行うことによって、結晶化がバラツクことなく均一に行われる。その結果、良質な結晶化膜を歩留まりよく形成することが可能となる。

【0019】請求項4による半導体装置の製造方法は、基板上に非晶質膜を形成する工程と、基板上に、非晶質膜との間に層間膜を介して吸収膜を形成する工程と、吸収膜に電磁波を照射することにより吸収膜を発熱させ、その熱を利用して非晶質膜を結晶化する工程とを備え、層間膜と吸収膜との合成熱膨張量は、非晶質膜の熱膨張量と同程度である。 40

【0020】請求項4では、上記のように、層間膜と吸収膜との合成熱膨張量を、非晶質膜の熱膨張量と同程度になるように構成することによって、昇温して結晶化を行う際に非晶質膜に作用する応力を小さくすることができる。その結果、結晶化を安定して行うことができる。また、電磁波が照射された吸収膜からの熱を利用して結晶化を行うことによって、結晶化がバラツクことなく均一に行われる。その結果、良質な結晶化膜を歩留まりよく形成することが可能となる。

【0021】請求項5による半導体装置の製造方法は、

請求項1～4のいずれかの構成において、電磁波は、ランプ光、高周波、マイクロ波および連続発振型レーザー光からなるグループより選択された1つを含む。

【0022】請求項5では、このように構成することにより、たとえば、連続発振型レーザーを用いれば、ELA法で用いるパルスレーザーと異なり、レーザー光線の高速走査を行うことができるので、大きな面積を均一で、かつ、短時間で処理することができる。これにより、生産性（スループット）を向上させることができ。また、連続発振型レーザーは、パルスレーザーに比べて稼働コストが安価であるので、製造コストを低減することができる。さらに、連続発振型レーザーは、ELA法で用いるパルスレーザーのようにビーム強度がバラツクことがないので、加熱を均一に行うことができる。

#### 【0023】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

【0024】（第1実施形態）図1は、本発明の第1実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。図1を参照して、以下に第1実施形態の製造プロセスについて説明する。

【0025】まず、この第1実施形態では、ガラス基板101上に、バッファ層102を形成する。このバッファ層102は、ガラス基板101から不純物が拡散するのを防止するために設けられており、SiO<sub>2</sub>膜などによって形成されている。

【0026】次に、バッファ層102上に、たとえばTi-15Mo-0.18Oなどの超弾性材料からなる吸収膜103を150nm～200nm程度の厚みで形成する。ここで、超弾性材料とは、数%以上の弾性変形が可能である材料を意味する。

【0027】この超弾性材料は、一般に形状記憶効果を持つ金属材料である。このような金属材料は、Af点以上の温度で応力を加えることによる応力誘起マルテンサイト変態（オーステナイト相からマルテンサイト相への変態）と、除荷時の逆変態（マルテンサイト相からオーステナイト相への変態）によって、大きな弾性変形を生じる。この超弾性材料の合金としては、Ti-Ni系、Cu系、Fe系の合金がある。Ti-Ni系合金としては、Ti-Ni合金があり、Cu系合金としては、Cu-Zn-Al合金やCu-Al-Ni合金などがある。また、Fe系合金としては、Fe-Mn-Si合金などがある。これらの合金のヤング率は、80GPa程度であり、Siの1/3程度、MoやCrなどの高融点材料の1/3～1/5程度である。

【0028】また、上記のような超弾性材料では、ある程度以上の変形に対して、応力の増加が小さくなるという特徴がある。

【0029】このような超弾性材料によって吸収膜103を形成した後、吸収膜103上に、SiO<sub>2</sub>膜からな

る層間膜104を約200nmの厚みで形成する。そして、その層間膜104上に、約50nmの厚みを有する非晶質シリコン膜105を形成する。

【0030】そして、連続発振型YAGレーザーなどの電磁波ビームを超弾性材料からなる吸収膜103に照射することによって、吸収膜103を発熱させる。そして、その吸収膜103の熱を利用して非晶質シリコン膜105を結晶化する。この結晶化の際に、吸収膜103は、熱膨張による比較的小さい応力によって容易に弾性変形する。

【0031】このように非晶質シリコン膜105の結晶化を行った後、図示しないゲート絶縁膜およびゲート電極を形成する。そしてそのゲート電極をマスクとしてソース／ドレイン注入およびLDD注入を行う。さらに、図示しない層間絶縁膜やメタル配線および表示電極などを形成することによって、液晶表示装置のTFT基板を形成することができる。

【0032】第1実施形態では、上記のように、吸収膜103を超弾性材料によって形成することにより、結晶化の際に、吸収膜103は、熱膨張による比較的小さい応力によって容易に弾性変形される。これにより、昇温して結晶化を行う際の吸収膜103の応力を小さくすることができるとともに、降温して常温に戻したときの吸収膜103の残留応力を小さくすることができる。

【0033】このように、結晶化工程における昇温時に、吸収膜103に加わる応力を小さくすることができるので、結晶化工程における昇温時に、吸収膜103の応力が非晶質シリコン膜105に及ぶのを有効に防止することができる。それにより、非晶質シリコン膜105の結晶化の際の昇温時に、応力に起因して結晶核が発生するのを防止するとともに、降温時に残留応力に起因して結晶化されたシリコン膜の膜剥がれなどが発生するのを防止することができる。その結果、結晶化を安定して行うことができるとともに、降温して常温に戻した後のプロセスおよび使用時における素子特性への悪影響を防止することができる。

【0034】また、第1実施形態では、上記のように、連続発振型YAGレーザーが照射された吸収膜103からの熱を利用して非晶質シリコン膜105の結晶化を行うことによって、結晶化がばらつくことなく均一に行われる。その結果、良質な結晶化されたシリコン膜を歩留まりよく形成することができる。

【0035】（第2実施形態）図2は、本発明の第2実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。以下、図2を参照して、第2実施形態の製造プロセスについて説明する。

【0036】この第2実施形態では、上記した第1実施形態と異なり、吸収膜113の材料として、超塑性材料を用いる。具体的な製造プロセスとしては、まず、ガラス基板111上にSiO<sub>2</sub>膜などからなるバッファ層1

12を形成する。バッファ層112上に、超塑性材料からなる吸収膜113を150nm～200nm程度の厚みで形成する。

【0037】ここで、超塑性材料とは、比較的低応力の条件下で数100%以上の伸び（塑性変形）が可能である材料を意味する。超塑性材料としては、たとえば、50mol%Ni-Ti合金を用いる。なお、超塑性材料としては、上記以外のTi合金やZr合金などを用いてもよい。

【0038】このような超塑性材料からなる吸収膜113を形成した後、吸収膜113上に、約200nmの厚みを有するSiO<sub>2</sub>膜からなる層間膜114を形成する。層間膜114上に、約50nmの厚みを有する非晶質シリコン膜115を形成する。

【0039】その後、連続発振型YAGレーザーなどの電磁波ビームを超塑性材料からなる吸収膜113に照射することによって、その吸収膜113を発熱させる。そして、その吸収膜113の熱を利用して非晶質シリコン膜115を結晶化する。

【0040】このように非晶質シリコン膜115の結晶化を行った後、図示しないゲート絶縁膜およびゲート電極を形成する。そしてそのゲート電極をマスクとしてソース／ドレイン注入およびLDD注入を行う。さらに、図示しない層間絶縁膜やメタル配線および表示電極などを形成することによって、液晶表示装置の TFT 基板を形成することができる。

【0041】第2実施形態では、上記のように、低応力化で塑性変形が安定して発生する超塑性材料により吸収膜113を形成することによって、結晶化工程における昇降温時に吸収膜113を容易に塑性変形させることができる。これにより、結晶化工程における昇降温時に吸収膜113に加わる応力および残留応力を低減することができる。それにより、吸収膜113の応力の影響が非晶質シリコン膜115に及ぶのを有効に防止することができる。その結果、非晶質シリコン膜115の結晶化の際に応力に起因して核発生が起こるのを防止することができるとともに、降温して常温に戻した後のプロセスなどへの悪影響を防止することができる。

【0042】また、第2実施形態では、上記第1実施形態と同様、連続発振型YAGレーザーが照射された吸収膜113からの熱を利用して結晶化を行うことによって、結晶化がばらつくことなく均一に行われる。その結果、良質な結晶化シリコン膜を歩留まりよく形成することができる。

【0043】（第3実施形態）図3は、本発明の第3実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。図4は、本発明の第3実施形態で用いるNi-F<sub>e</sub>合金のキュリー点（θ/K）、初透磁率（μ<sub>0</sub>）、熱膨張係数（α）、磁歪常数（λ<sub>s</sub>）および磁気異方性の変化を示した相関図である。図3および図4

を参照して、以下に第3実施形態の製造プロセスについて説明する。

【0044】この第3実施形態では、常温から結晶化温度（1400℃前後）までの熱膨張量が非晶質シリコン膜の熱膨張量とほぼ同等である低熱膨張係数金属材料によって吸収膜を形成する。具体的な製造プロセスとしては、まず、ガラス基板121上に、SiO<sub>2</sub>などからなるバッファ層122を形成する。バッファ層122上に、低熱膨張係数金属材料（たとえばインバー（36Ni-F<sub>e</sub>））からなる吸収膜123を150nm～200nm程度の厚みで形成する。

【0045】ここで、インバーを含むNi-F<sub>e</sub>合金は、図4に示すように、その組成により様々に熱膨張係数（α）を変化させることができる。Siの熱膨張係数は常温で $2.6 \times 10^{-6} K^{-1}$ であり、800K（527℃）で $4.1 \times 10^{-6} K^{-1}$ である。これに対して、本実施形態で用いるインバー（36Ni-F<sub>e</sub>）の熱膨張係数は、常温では $1 \times 10^{-6} K^{-1}$ 以下と小さいが、500℃では $9 \times 10^{-6} K^{-1}$ 程度と大きくなる。つまり、Ni-F<sub>e</sub>合金は、温度上昇にともなう磁化の開放が磁気歪を減少させて体積を減少させることにより低熱膨張を有しているため、キュリー点を超えると熱膨張係数が大きくなる。その一方、キュリー点までの熱膨張係数は小さいので、一般材料に比較すると、常温から結晶化温度までの全熱膨張量を小さく抑えることができる。

【0046】このため、インバー（36Ni-F<sub>e</sub>）の常温から結晶化温度（1400℃）までの全熱膨張量は、Siの常温から結晶化温度までの全熱膨張量に近くなる。

【0047】なお、上記したインバー（36Ni-F<sub>e</sub>）の他に、コバルト（29Ni-18Co-F<sub>e</sub>）などを用いてもよい。このコバルトは、常温付近でSiに近い熱膨張係数を有する。すなわち、本実施形態の低熱膨張材料としては、Ni、CoおよびFeのうち少なくとも2つを含む合金材料を用いるのが好ましい。

【0048】上記のように、インバー（36Ni-F<sub>e</sub>）により吸収膜123を形成した後、その吸収膜123上に、約200nmの膜厚を有するSiO<sub>2</sub>からなる層間膜124を形成する。そして、その層間膜124上に、約50nmの膜厚を有する非晶質シリコン膜125を形成する。

【0049】その後、連続発振型YAGレーザーなどの電磁波ビームを吸収膜123に照射することによって、吸収膜123を発熱させる。そして、吸収膜123の熱を利用して、非晶質シリコン膜125の結晶化を行う。

【0050】このように非晶質シリコン膜125の結晶化を行った後、図示しないゲート絶縁膜およびゲート電極を形成する。そしてそのゲート電極をマスクとしてソース／ドレイン注入およびLDD注入を行う。さらに、図示しない層間絶縁膜やメタル配線および表示電極など

を形成することによって、液晶表示装置のTFT基板を形成することができる。

【0051】この第3実施形態では、上記のように、常温から結晶化温度までの熱膨張量が非晶質シリコン膜125の熱膨張量とほぼ同等のインバー(36Ni-F<sub>e</sub>)によって吸收膜123を形成することにより、昇温して結晶化を行う際に吸收膜123と非晶質シリコン膜125との間に発生する熱応力を小さくすることができる。その結果、非晶質シリコン膜125の結晶化を安定して行うことができる。

【0052】また、第3実施形態では、上記第1および第2実施形態と同様、連続発振型YAGレーザーが照射された吸收膜123からの熱を利用して結晶化を行うことによって、結晶化がばらつくことなく均一に行われる。その結果、良質な結晶化シリコン膜を歩留まりよく形成することができる。

【0053】(第4実施形態)図5は、本発明の第4実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。図6は、第4実施形態の製造プロセスにおける吸收膜および層間膜の合成熱膨張量と、非晶質シリコン膜の熱膨張量との関係を説明するための模式図である。図5および図6を参照して、以下に第4実施形態について説明する。

\*

$$(1/2 \cdot t_{ab}(\alpha_{ab}\Delta T - \Delta L)E_{ab}) + \{t_{ll}(\alpha_{ll}\Delta T - \Delta L)E_{ll}\} = 0 \quad \dots (1)$$

上記式(1)において、 $\Delta L = \alpha_{si}\Delta T$ である。この式

(1)を満たすように各定数を決定する。 $\Delta T$ は消去で※

$$\{t_{ab}(\alpha_{ab} - \alpha_{si})E_{ab}\} + 2\{t_{ll}(\alpha_{ll} - \alpha_{si})E_{ll}\} = 0 \quad \dots (2)$$

上記式(2)において、 $\alpha_{ab}$ 、 $\alpha_{ll}$ 、 $\alpha_{si}$ 、 $t_{ll}$ 、

$E_{ab}$ 、 $E_{ll}$ は既知であるとすると、以下の式(3)が得

$$t_{ab} = 2 \cdot (\alpha_{si} - \alpha_{ll}) E_{ll} \cdot t_{ll} / (\alpha_{ab} - \alpha_{si}) E_{ab} \quad \dots (3)$$

吸収膜133をMo、層間膜134をSiO<sub>2</sub>として、室温から結晶化温度までの各物理定数の平均値を下記のように設定する。

$$\begin{aligned} \alpha_{ab} &= 6.7 \times 10^{-6} K^{-1}, \alpha_{ll} = 0.6 \\ &\times 10^{-6} K^{-1}, \alpha_{si} = 3.6 \times 10^{-6} K^{-1}, E_{ab} = 33 \\ t_{ab} &= 0.43 \cdot t_{ll} \end{aligned}$$

上記式(4)において、たとえば、200nmの層間膜134が必要であれば、吸収膜133の膜厚を86nmとすることで、非晶質シリコン膜135に作用する熱応力を抑えることができる。

【0064】上記のように吸収膜133、層間膜134および非晶質シリコン膜135を形成した後、連続発振型YAGレーザーなどの電磁波ビームを吸収膜133に照射する。これにより、吸収膜133の熱によって非晶質シリコン膜135が結晶化される。

【0065】この第4実施形態では、上記のように、結晶化の際、熱膨張係数がSiよりも小さい層間膜(SiO<sub>2</sub>)134を、熱膨張係数がSiよりも大きい吸収膜(Mo)133により引き延ばすことによって、層間膜134に生じる熱膨張量は、非晶質シリコン膜135の

\* 【0054】この第4実施形態では、まずガラス基板131上に、SiO<sub>2</sub>などからなるバッファ層132を形成する。バッファ層132上に、Moからなる吸収膜133を形成する。吸収膜133上に、SiO<sub>2</sub>膜からなる層間膜134を形成する。層間膜134上に、約50nmの膜厚を有する非晶質シリコン膜135を形成する。

【0055】ここで、第4実施形態では、Moからなる吸収膜133とSiO<sub>2</sub>膜からなる層間膜134との合10成熟膨張量を、非晶質シリコン膜135の熱膨張量に一致させるように構成する。

【0056】なお、非晶質シリコン膜135を構成するSiの熱膨張係数を $\alpha_{si}$ とする。また、吸収膜133を構成するMoの厚みを $t_{ab}$ 、熱膨張係数を $\alpha_{ab}$ 、ヤング率を $E_{ab}$ とする。また、層間膜134を構成するSiO<sub>2</sub>の厚みを $t_{ll}$ 、熱膨張係数を $\alpha_{ll}$ 、ヤング率を $E_{ll}$ とする。

【0057】そして、実際の材料内部では、ガラス基板131の影響など複雑な応力解析が必要であるが、簡単化のため、吸収膜133の上側半分が下地の影響無しに熱膨張を行い、同一材料内での変化量を一定とする。

【0058】この場合、以下の式(1)が得られる。

【0059】

※きるので、次の式(2)が得られる。

【0060】

★られる。

【0061】

$$t_{ab} = 2 \cdot (\alpha_{si} - \alpha_{ll}) E_{ll} \cdot t_{ll} / (\alpha_{ab} - \alpha_{si}) E_{ab} \quad \dots (3)$$

★0GPa、 $E_{ll} = 73$ GPa

これらを式(3)に代入すると、次の式(4)が得られる。

【0063】

$$\dots (4)$$

熱膨張量と同じ程度になる。これにより、非晶質シリコン膜135に作用する応力は最小限となる。

【0066】このように非晶質シリコン膜135の結晶化を行った後、図示しないゲート絶縁膜およびゲート電極を形成する。そしてそのゲート電極をマスクとしてソース/ドレイン注入およびLDD注入を行う。さらに、図示しない層間絶縁膜やメタル配線および表示電極などを形成することによって、液晶表示装置のTFT基板を形成することができる。

【0067】また、第4実施形態では、上記第1～第3実施形態と同様、連続発振型YAGレーザーが照射された吸収膜133からの熱を利用して結晶化を行うことによって、結晶化がばらつくことなく均一に行われる。その結果、良質な結晶化シリコン膜を歩留まりよく形成す

ることができる。

【0068】なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許請求の範囲と均等の意味および範囲内のすべての変更が含まれる。

【0069】たとえば、上記実施形態では、連続発振型YAGレーザーを用いたが、本発明はこれに限らず、たとえば、Arレーザー、ルビーレーザー、炭酸ガスレーザーなどの他の連続発振型レーザーを用いてもよい。また、連続発振型レーザーに代えて、連続加熱が可能な高周波、マイクロ波、ランプ光を用いてもよい。これらの連続発振型レーザー、高周波、マイクロ波、ランプ光などを総称して、本発明では、「電磁波」という。

【0070】また、上記実施形態では、吸収膜の上に非晶質シリコン膜を形成した状態で結晶化を行ったが、本発明はこれに限らず、非晶質シリコン膜の上に吸収膜を形成した状態で結晶化を行っても同様の効果を得ることができる。

【0071】また、上記実施形態では、吸収膜をパターンニングしない状態で結晶化を行ったが、本発明はこれに限らず、吸収膜を所定の形状に予めパターンニングした状態で結晶化を行うようにしてもよい。

【0072】また、上記第3実施形態では、インバー(36Ni-F<sub>e</sub>)やコバール(29Ni-18Co-F<sub>e</sub>)などの低熱膨張材料を吸収膜として用いる例を示したが、本発明はこれに限らず、他の低熱膨張材料を用いてもよい。たとえば、インバー(36Ni-F<sub>e</sub>)以\*

\*外のNi-F<sub>e</sub>合金やNi、CoおよびFeのうち少なくとも2つを含む合金材料を用いてもよい。

### 【0073】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、良質な結晶化膜を歩留まりよく形成することができるとともに、結晶化工程における昇降温時に非晶質膜に作用する応力を低減することができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図2】本発明の第2実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図3】本発明の第3実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図4】第3実施形態で用いるNi-F<sub>e</sub>合金のキュリ一点、初透磁率、熱膨張係数、磁歪常数および磁気異方性の変化を示した相関図である。

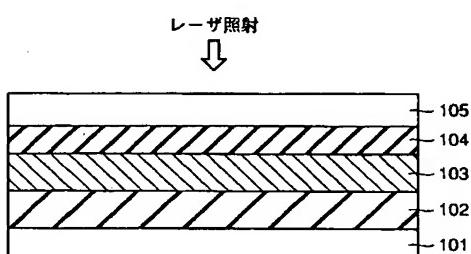
【図5】本発明の第4実施形態による半導体装置の製造方法を説明するための断面図である。

【図6】本発明の第4実施形態による吸収膜および層間膜の合成熱膨張量とSiの熱膨張量との関係を説明するための模式図である。

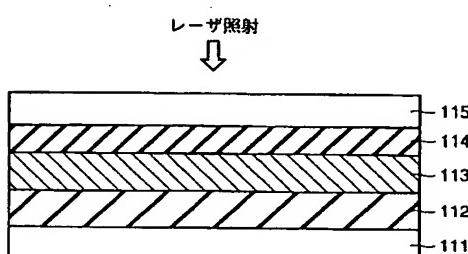
### 【符号の説明】

101、111、121、131	ガラス基板(基板)
102、112、122、132	バッファ層
103、113、123、133	吸収膜
104、114、124、134	層間膜
105、115、125、135	非晶質シリコン膜 (非晶質膜)

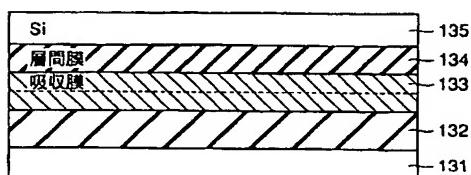
【図1】



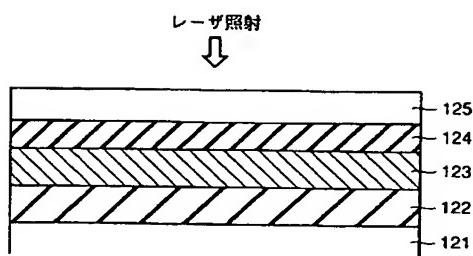
【図2】



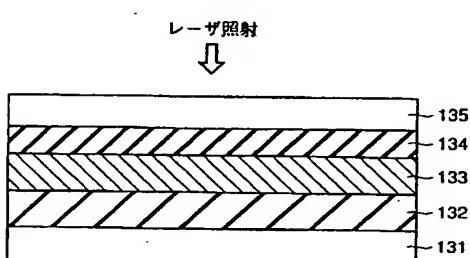
【図6】



【図3】



【図5】



【図4】

